



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 61 629 A 1

51 Int. Cl.⁷:
F 25 B 30/04

21 Aktenzeichen: 199 61 629.9
22 Anmeldetag: 14. 12. 1999
43 Offenlegungstag: 29. 6. 2000

DE 199 61 629 A 1

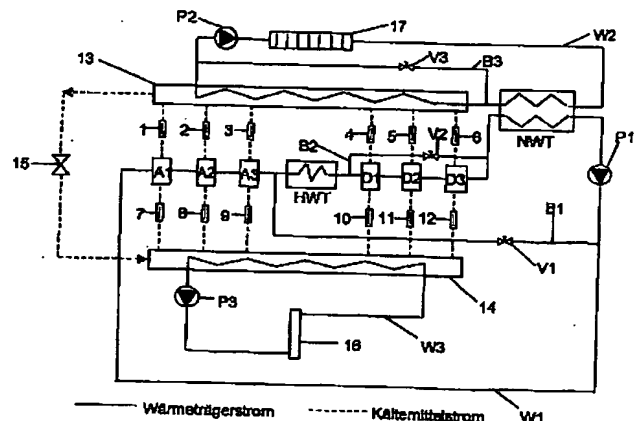
56 Innere Priorität:
198 59 541. 7 22. 12. 1998
50 Unionspriorität:
226/99 16. 02. 1999 AT
71 Anmelder:
Joh. Vaillant GmbH u. Co., 42859 Remscheid, DE
74 Vertreter:
Heim, J., Dipl.-Ing., 42857 Remscheid

72 Erfinder:
Lang, Rainer, Dr., 51067 Köln, DE; Roth, Manfred,
Dr., 52076 Aachen, DE; Stricker, Marc, 52064
Aachen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Adsorptionswärmepumpe

57 Adsorptionswärmepumpe mit mindestens einem Adsorber und mindestens einem Desorber sowie einem Kondensator (13) und einem Verdampfer (14), die über einen Kältemittelkreis miteinander verbunden sind und ein Wärmeträgerzweig des Kondensators (13) mit einem Wärmeverbraucher (17) und der Wärmeträgerzweig des Verdampfers (14) mit einem Umgebungs-Wärmetauscher (16) verbunden ist. Um die Energieverluste gering zu halten, ist vorgesehen, daß mehrere Adsorber/Desorber-Module (A1-A3, D1-D3) vorgesehen sind, die jeweils an einen gemeinsamen Kondensator (13) und einen gemeinsamen Verdampfer (14) kältemitteltseitig angekoppelt sind, wobei ein Hochtemperatur-Wärmetauscher (HWT) zur Übertragung von Wärme in den Wärmeträgerkreislauf (W1) vorgesehen ist und ein Niedertemperatur-Wärmetauscher (NWT) vorgesehen ist, dessen einer Zweig mit den Desorber-Modulen (D1-D3) und den Adsorber-Modulen (A1-A3) und dessen zweiter Zweig mit dem Kondensator (13) und dem Verbraucher (17) verbunden ist.



DE 199 61 629 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung bezieht sich auf eine Adsorptionswärmepumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Wärmepumpen der eingangs erwähnten Art können zur Beheizung von Gebäuden sowie zur Warmwasserbereitung eingesetzt werden. Sie zeichnen sich hierbei durch eine besonders gute Effizienz aus, da sie mit Hilfe eines thermodynamischen Kreisprozesses Umgebungswärme auf ein für Heiz- oder Warmwasserzwecke nutzbares Temperaturniveau anheben. Durch diesen Effekt können mit derartigen Wärmepumpen deutlich höhere primärenergetische Nutzungsgrade erreicht werden, als mit konventioneller Heiztechnik.

Ziel der Erfindung ist es, eine Adsorptionswärmepumpe der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, die sich durch einen sehr guten prozeßinternen Wärmeaustausch bei geringen Temperaturdifferenzen auszeichnet.

Erfindungsgemäß wird dies bei einer Adsorptionswärmepumpe der eingangs erwähnten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 erreicht.

Durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 wird eine sehr gut Effizienz erreicht, da durch die vorgeschlagenen Maßnahmen sichergestellt ist, daß mit Hilfe eines thermodynamischen Kreisprozesses Umgebungswärme auf ein für Heiz- oder Warmwasserzwecke nutzbares Temperaturniveau angehoben wird. Durch diesen Effekt können mit derartigen Wärmepumpen deutlich höhere primärenergetische Nutzungsgrade erreicht werden, als mit herkömmlicher Heiztechnik.

Weiter ist eine kontinuierliche Leistungsabgabe an den Verbraucher möglich, obwohl jedes Modul diskontinuierlich arbeitet. Auch ergibt sich ein guter Wärmeaustausch und damit eine hohe Wärmeziffer. Bei stationärem Betrieb von Verdampfer und Kondensator wird eine hohe Wärmeziffer erreicht.

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen ist es auch möglich, Hochtemperaturwärme, z. B. mittels eines Gasbrenners, in den Wärmeträgerkreislauf zu übertragen. Außerdem erlaubt der vorgeschlagene Aufbau einen sehr guten prozeßinternen Wärmeaustausch bei geringen Temperaturdifferenzen innerhalb eines Moduls. Dies wirkt sich sehr positiv auf die Energieverluste bei der Wärmeübertragung aus. Außerdem kann ein breites Beladungsfeld während eines kompletten Sorptionszyklusses genutzt werden, wodurch sich eine deutliche Erhöhung der Wärmeziffer ergibt.

Durch die Merkmale des Anspruchs 2 ergibt sich der Vorteil, daß der Kältemittelstrom entsprechend eingestellt werden kann oder sich selbstregelnd einstellt.

Durch die Drossel wird eine Entkopplung des Kondensatordruckes vom Verdampfendruck ermöglicht. Dabei ist eine Einstellung des Kältemittelstromes nicht zwingend erforderlich.

Durch die Merkmale des Anspruchs 3 ist sichergestellt, daß die vorgesehene Strömung des Kältemittels unter allen Umständen eingehalten wird. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Rückschlagklappen bei geringen Druckdifferenzen öffnen. Dabei verhindern die Rückschlagklappen einen unerwünschten Druckausgleich zwischen dem Modul und dem Kondensator während der Adsorptionsphase, bzw. zwischen dem Modul und dem Verdampfer während der Desorptionsphase.

Durch die Merkmale des Anspruchs 4 ist es auf einfache Weise möglich, den Betrieb der Wärmepumpe gemäß den jeweiligen Erfordernissen zu beeinflussen. Dabei ist durch die vorgeschlagenen Maßnahmen sichergestellt, daß eine zyklische Weiterschaltung möglich ist und die einzelnen Adsorbermodule und Desorbermodule im Wärmeträger-

kreislauf den kompletten Sorptionsprozeß bestehend aus Aufheizung und Desorption sowie Abkühlung und Adsorption durchlaufen. Dabei ist die Einkopplung von Hochtemperaturwärme und die Abgabe von Nutzwärme an die Verbraucher möglich.

In dieser Hinsicht ist es auch vorteilhaft, die Merkmale des Anspruchs 5 vorzusehen. Durch die Bypassleitungen kann verhindert werden, daß bei zu niedrigen Außentemperaturen, bei denen nahezu kein Sorptionsprozeß mehr stattfindet, die Module unnötig aufgeheizt und abgekühlt werden.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch eine erfindungsgemäße Adsorptionswärmepumpe und

Fig. 2 bis 7 schematisch eine Umschalteneinrichtung in verschiedenen Betriebszuständen. Gleiche Bezugszeichen bedeuten in beiden Figuren gleiche Teile.

Bei der erfindungsgemäßen Adsorptionswärmepumpe sind je drei Adsorbermodule A1, A2, A3, in Serie geschaltet, die über einen Hochtemperatur-Wärmetauscher HWT mit drei in Reihe geschalteten Desorbermodulen D1, D2, D3 verbunden sind, vorgesehen. Zu den Desorbermodulen D1-D3 ist ein Zweig eines Niedertemperatur-Wärmetauschers NWT geschaltet, zu dem eine Pumpe P1 in Reihe geschaltet ist. Diese Pumpe P1 ist mit dem Adsorbermodul A1 verbunden.

Weiter ist die Druckseite der Pumpe P1 mit einer Bypassleitung B1, die nicht zwingend vorgesehen sein muß, verbunden, die mit dem Adsorbermodul A3, bzw. den Hochtemperatur-Wärmetauscher HWT verbunden ist, wobei in der Bypassleitung B1, die parallel zu der Reihenschaltung der Adsorbermodule A1, A2, A3 geschaltet ist, ein Ventil V1 angeordnet ist.

Eine weitere Bypassleitung B2 ist parallel zur Reihenschaltung der Desorbermodule D1, D2, D3 geschaltet, in der ebenfalls ein Ventil V2 angeordnet ist.

Dabei bilden die Adsorbermodule A1, A2, A3, der Hochtemperatur-Wärmetauscher HWT, die Desorbermodule D1, D2, D3, der mit diesen verbundene Zweig des Niedertemperatur-Wärmetauschers NWT und die zugehörigen Bypassleitungen einen Wärmeträgerkreislauf W1.

Die Adsorber- bzw. Desorbermodule A1-A3, D1-D3 sind mit einem gemeinsamen Kondensator 13 verbunden, wobei in jeder dieser zur Führung eines Kältemittels vorgesehenen Verbindungen eine Rückschlagklappe 1 bis 6 angeordnet ist. Weiter sind die Adsorber- und Desorbermodule A1-A3, D1-D3 mit einem gemeinsamen Verdampfer 14 verbunden, wobei in jeder dieser ebenfalls zur Führung eines Kältemittels dienenden Verbindung eine Rückschlagklappe 7 bis 12 angeordnet ist.

Der Verdampfer 14 ist über eine Pumpe P3 mit einem Umgebungs-Wärmetauscher 16 verbunden, wobei der Umgebungs-Wärmetauscher 16 und der Verdampfer 14 einen Wärmeträgerkreislauf W3 bilden.

Der Kondensator 13 ist über eine Pumpe P2 mit einem Wärmeverbraucher 17 mit einem zweiten Zweig des Niedertemperatur-Wärmetauschers NWT verbunden, der mit dem Kondensator 13 verbunden ist. Dabei ist eine weitere Bypassleitung B3 parallel zum Kondensator 13 geschaltet, in dem ein Ventil V3 angeordnet ist. Dabei ist jedoch die Bypassleitung B3 für die Funktion der Einrichtung nicht unbedingt erforderlich, aber zweckmäßig. Dabei bilden der Kondensator 13, der Wärmeverbraucher 17 mit der Pumpe und dem zweiten Zweig des Niedertemperatur-Wärmetauschers NWT einen Wärmeträgerkreislauf W2.

Die zur Führung eines Kältemittels vorgesehenen Zweige zwischen dem Verdampfer 14 und dem Kondensator 13 sind

über eine Drossel 15 miteinander verbunden, wobei der Kältemittelkreislauf über die Verbindungen zu den Adsorbermodulen A1-A3 und den Desorbermodulen D1-D3 geschlossen ist, wobei die Verbindungen zu den Adsorbermodulen A1-A3, bzw. Desorbermodulen D1-D3 parallel geschaltet sind.

Die Fig. 2 zeigt schematisch die Anordnung einer Umschalteneinrichtung 18. Diese stellt die Verbindung zwischen dem Hochtemperatur-Wärmetauscher HWT zu dem Desorbermodul D1 und die Verbindung von einem Desorbermodul D1-D3 zum nächsten, sowie zum Niedertemperatur-Wärmetauscher NWT her. Weiter stellt die Umschalteneinrichtung die Verbindung von diesem zum Adsorbermodul A1 her und von einem Adsorbermodul A1-A3 zum nächsten, sowie die Verbindung von diesen zum Hochtemperatur-Wärmetauscher HWT her, so daß der Wärmeträgerkreislauf W1 geschlossen ist. Die Reihenfolge der Komponenten ändert sich jedoch bei jeder Weicherschaltung.

Durch eine zyklische Weicherschaltung der Umschalteneinrichtung 18 in Richtung des Pfeiles 19 im Wärmeträgerkreislauf W1 durchlaufen, wie aus den Fig. 2 bis 7 zu sehen ist, alle Module A1-A3, D1-D3 den kompletten Sorptionsprozeß.

Während des Wärmepumpenbetriebes sind die Ventile V1 und V2 in den Bypaßleitungen B1 und B2 geschlossen. Im Hochtemperatur-Wärmetauscher HWT wird Wärme, z. B. mit Hilfe eines Gasbrenners in den Wärmeträgerkreislauf W1 eingekoppelt. Dadurch durchströmt der heiße Wärmeträger nacheinander alle in der Hochdruckphase, bzw. Desorptionsphase befindlichen Module D1-D3, wobei sich der Wärmeträger abkühlt.

Durch die Wärmeabgabe an die Desorbermodule D1-D3 wird der dort aufgebrachte Adsorbens erhitzt. Das im Adsorbens befindliche Adsorbat wird verdampft, strömt durch die Rückschlagklappen 4-6 zum Kondensator 13 und wird dort verflüssigt. Die dabei entstehende Kondensationswärme wird vom Wärmeträgerkreislauf W2 aufgenommen und als Nutzwärme an den Verbraucher 17 abgegeben.

Der Wärmeträger im Wärmeträgerkreislauf W1 strömt nach den desorbierenden Modulen D1-D3 zum Niedertemperatur-Wärmetauscher NWT und wird dort weiter abgekühlt, wobei diese Wärme durch den Wärmeträgerkreislauf W2 ebenfalls als Nutzwärme zum Verbraucher 17 gelangt.

Danach durchströmt der Wärmeträger im Wärmeträgerkreislauf W1 nacheinander alle in der Niederdruckphase, bzw. Adsorptionsphase befindlichen Module A1-A3, wobei der Wärmeträger durch Aufnahme der Adsorptionswärme aufgeheizt wird. Die Aufheizung beruht darauf, daß während der Desorptionsphase im Kondensator 13 verflüssigtes Adsorbat durch die Drossel 15 vom höheren Kondensatordruck auf den niedrigeren Verdampfendruck gedrosselt wird und im Verdampfer 14 durch Einkopplung von Umgebungswärme aus dem Umgebungs-Wärmetauscher 16 wieder verdampft wird.

Das dampfförmige Adsorbat strömt durch die Rückschlagklappen 7-9 vom Verdampfer 14 in die adsorbierenden Module A1-A3 und wird dort vom Adsorbens unter Abgabe der Adsorptionswärme wieder aufgenommen. Die Adsorptionswärme wird an den Wärmeträger im Wärmekreislauf W1 übertragen, der sich dabei erwärmt. Nach dem Durchströmen aller in der Niederdruckphase befindlichen Module A1-A3 strömt der Wärmeträger im Wärmeträgerkreislauf W1 zum Hochtemperatur-Wärmetauscher HWT, um dort bis auf seine Maximaltemperatur aufgeheizt zu werden.

Mittels der Umschalteneinrichtung 18 erfolgt, wie aus den Fig. 2 bis 7 zu sehen ist, eine zyklische Weicherschaltung aller Module A1-A3, D1-D3 im Wärmeträgerkreislauf W1,

wodurch diese den kompletten Sorptionsprozeß bestehend aus Aufheizung und Desorption D1-D3 sowie Abkühlung und Adsorption A1-A3 durchlaufen.

Die in den Wärmeträgerkreislauf W1 integrierte Umschalteneinrichtung 18 ermöglicht eine zyklische Weicherschaltung aller Adsorber A1, A2, A3 und Desorber D1, D2, D3 (Fig. 2). Dabei werden alle Komponenten des Wärmeträgerkreislaufes W1 seriell durchströmt.

Dies bedeutet für den Kreislauf W1, daß jedes Modul bei einer Weicherschaltung der Umschalteneinrichtung 18 im Sinne des Pfeiles 19 seine Position im Uhrzeigersinn wechselt.

So kommt der Desorber D3 in die Position von D2, D2 in jene von D1 und der Desorber D1 wechselt auf den Adsorber A3, der Adsorber A3 auf A2, der Adsorber A2 auf die Position des A1 und der Adsorber A1 wechselt auf die Position des Desorbers D3. (Fig. 3).

Bei einer weiteren Weicherschaltung der Umschalteneinrichtung 18 kommt der ursprüngliche Desorber D3 (Fig. 2) auf die Position von D1 und u. a. wechselt der ursprüngliche Desorber D1 auf die Position des Adsorbers A2, wie dies aus der Fig. 4 zu sehen ist.

Die durch ein weiteres Weicherschalten der Umschalteneinrichtung 18 im Sinne des Pfeiles 19 von den Adsorbent und Desorbent eingenommene Positionen sind in den Fig. 5 bis 7 dargestellt.

Je nachdem, in welcher Betriebsphase sich ein Modul A1-A3, D1-D3 befindet, strömt entweder desorbierter Kältemitteldampf durch die jeweilige Rückschlagklappe 1-6 vom Modul in den Kondensator 13, oder im Verdampfer 14 erzeugter Kältemitteldampf strömt durch die jeweilige Rückschlagklappe 7-12 vom Verdampfer 14 in das betreffende Modul, um dort vom Adsorbent adsorbiert zu werden.

Der Wärmeträgerkreislauf W2 dient zur Versorgung des Verbrauchers 17 mit Nutzwärme, die im Kondensator 13 oder im Niedertemperatur-Wärmetauscher NWT aufgenommen wird.

Der Wärmeträgerkreislauf W3 dient zur Versorgung des Verdampfers 14 mit Verdampfungswärme, die im Umgebungs-Wärmetauscher 16 aufgenommen wird.

Bei zu niedrigen Außentemperaturen kann es je nach Auslegung der Anlage zu Betriebszuständen kommen, die die wahlweise integrierbaren Bypaßleitungen B1 und B2 erfordern, im Falle solcher Betriebszustände werden die Ventile V1 und V2 geöffnet, so daß der Wärmeträger im Wärmeträgerkreislauf W1 aufgrund geringerer Druckverluste nur noch zwischen dem Hochtemperatur-Wärmetauscher HWT und dem Niederdrucktemperatur-Wärmetauscher NWT zirkuliert.

Während eines solchen Direktheizbetriebes findet kein Sorptionsprozeß statt und die Pumpe P3 kann abgeschaltet werden. Im Wärmeträgerkreislauf W2 ist in diesem Betriebszustand das Ventil V3 geöffnet, so daß die Nutzwärme vom Niedertemperatur-Wärmetauscher NWT durch die Bypaßleitung B3 direkt zum Verbraucher 17 transportiert wird.

Patentansprüche

1. Adsorptionswärmepumpe mit mindestens einem Adsorber und mindestens einem Desorber, sowie einem Kondensator (13) und einem Verdampfer (14), die über einen Kältemittelkreis miteinander verbunden sind und ein Wärmeträgerzweig des Kondensators (13) mit einem Wärmeverbraucher (17) und der Wärmeträgerzweig des Verdampfers (14) mit einem Umgebungs-Wärmetauscher (16) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Adsorptionswärmepumpe aus mehreren Adsorber/Desorber-Modulen (A1-A3, D1-D3) aufgebaut ist, die über den Wärmeträgerkreislauf (W1)

miteinander verschaltet sind und die jeweils an einen gemeinsamen Kondensator (13) und einen gemeinsamen Verdampfer (14) kältermittelseitig angekoppelt sind, wobei ein Hochtemperatur-Wärmetauscher (HWT) zur Übertragung von Wärme in den Wärmeträgerkreislauf (W1) vorgesehen ist und ein Niedertemperatur-Wärmetauscher (NWT) vorgesehen ist, dessen einer Zweig den Desorber-Modulen (D1-D3) und den Adsorber-Modulen (A1-A3) und dessen zweiter Zweig mit dem Kondensator (13) und dem Verbraucher (17) verbunden ist.

2. Adsorptionswärme nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Verdampfer (14) und dem Kondensator (13) ein Drosselorgan (15) zwischengeschaltet ist.

3. Adsorptionswärmepumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Adsorber-/Desorbermodule (A1-A3, D1-D3) in einem Wärmeträgerkreislauf (W1) in Serie miteinander verschaltet sind und jedes Adsorber-/Desorbermodul (A1-A3, D1-D3) mit jeweils zwei Leitungen mit Rückschlagklappe (1-12) mit dem Kondensator (13) und dem Verdampfer (14) verbunden ist, wobei die Strömungsrichtung des Wärmeträgerkreislaufes (W1) über den Hochtemperatur-Wärmetauscher (HWT), alle desorbierenden Module (D1-D3), den Niedertemperatur-Wärmetauscher (NWT), eine Pumpe (P1) und alle adsorbierenden Module (A1-A3) verläuft.

4. Adsorptionswärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß alle Komponenten der Adsorptionswärmepumpe in drei Wärmeträgerkreisläufe (W1-W3) angeordnet sind, wobei der die Adsorber-/Desorbermodule (A1-A3, D1-D3), den Hochtemperatur-Wärmetauscher (HWT) und einen Zweig des Niedertemperatur-Wärmetauschers (NWT) enthaltende Wärmeträgerkreislauf (W1) eine Umschalteneinheit (18) zur Steuerung des Sorptionsprozesses aufweist und ein zweiter Wärmeträgerkreislauf (W2) den Wärmeträgerzweig des Kondensators (13) und den Wärmeverbraucher (17) und der dritte Wärmeträgerkreislauf (W3) den Wärmeträgerzweig des Verdampfers (14) und den Umgebungs-Wärmetauscher (16) umfaßt.

5. Adsorptionswärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der die Adsorber-/Desorbermodule (A1-A3, D1-D3) enthaltende Wärmeträgerkreislauf (W1) weiters zwei Bypaßleitungen (B1, B2) umfaßt, von denen einer (B2) die Desorbermodule (D1-D3) überbrückt und der andere (B1) die Adsorbermodule (A1-A3) überbrückt, wobei in jeder Bypaßleitung (B1, B2) ein Absperrorgan (V1, V2) angeordnet ist.

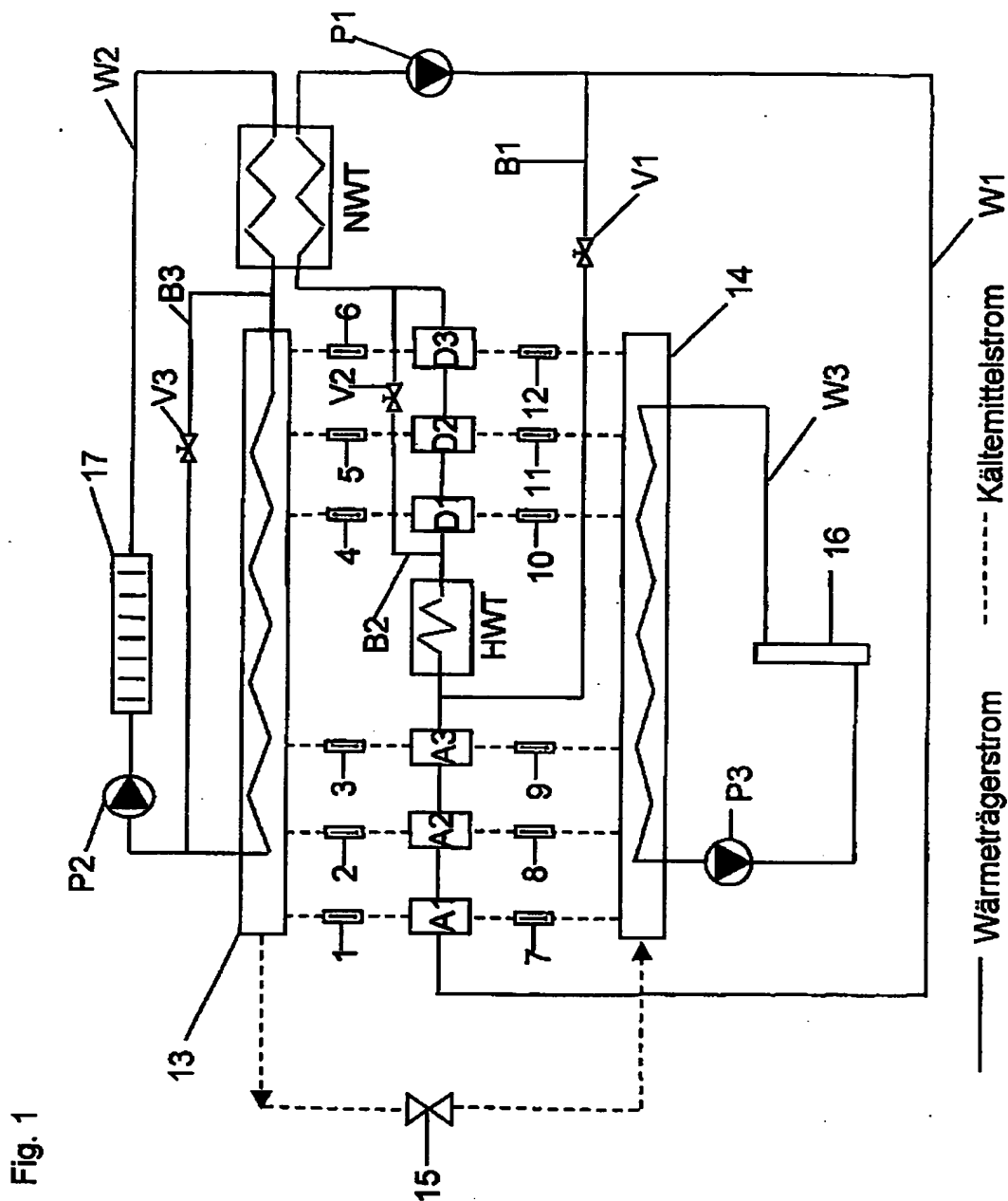
Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -



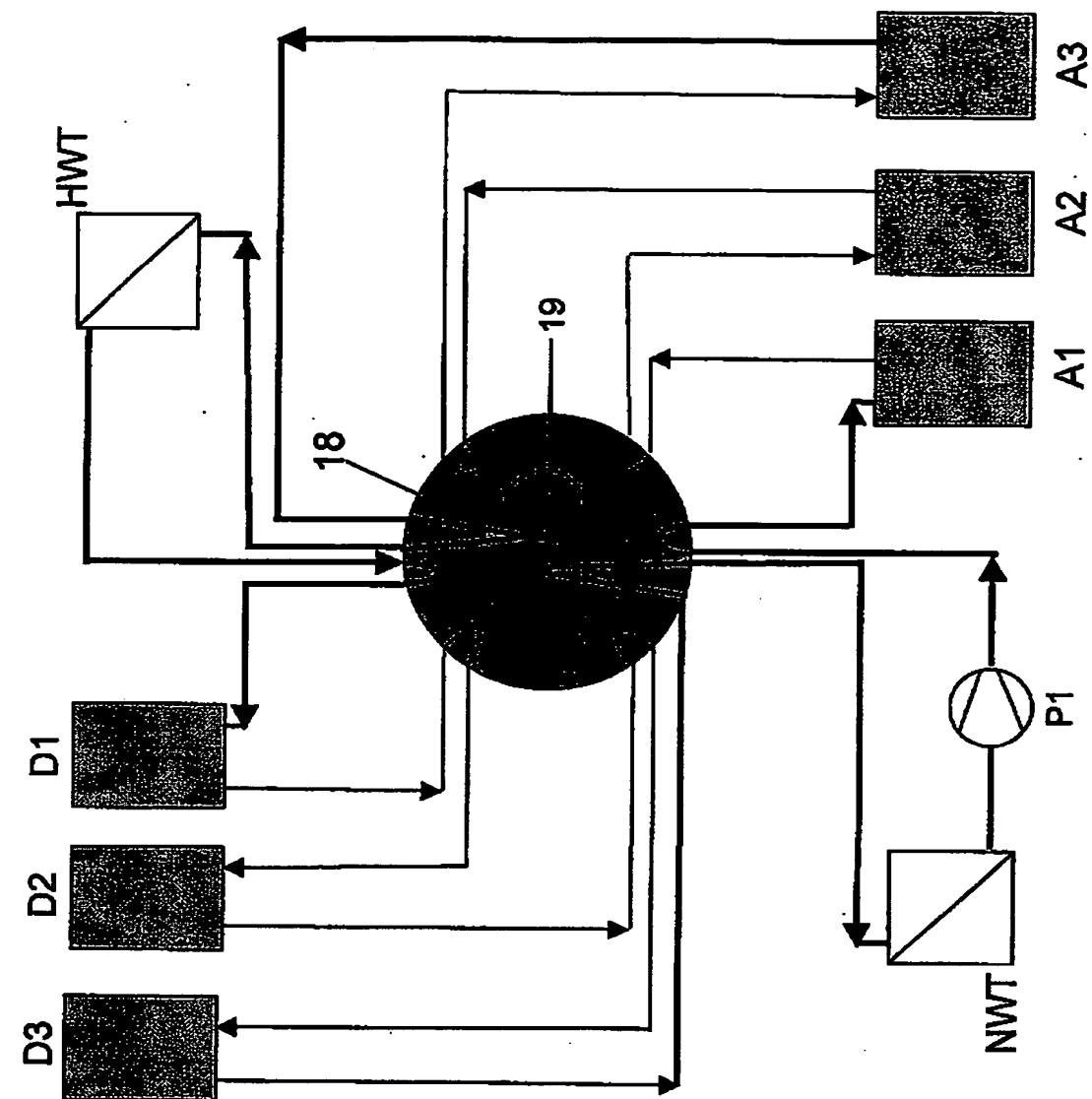


Fig. 2

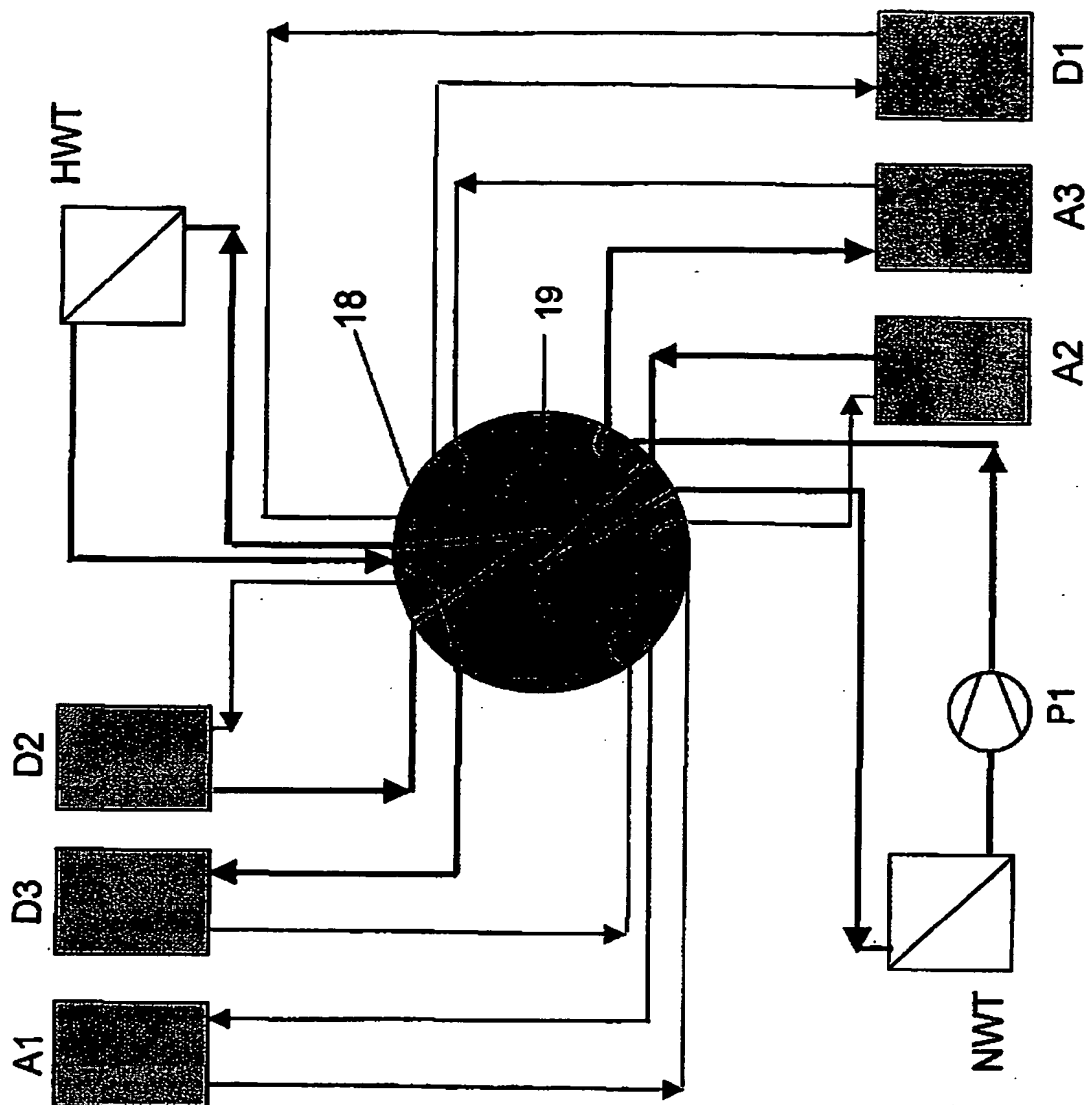


Fig. 3

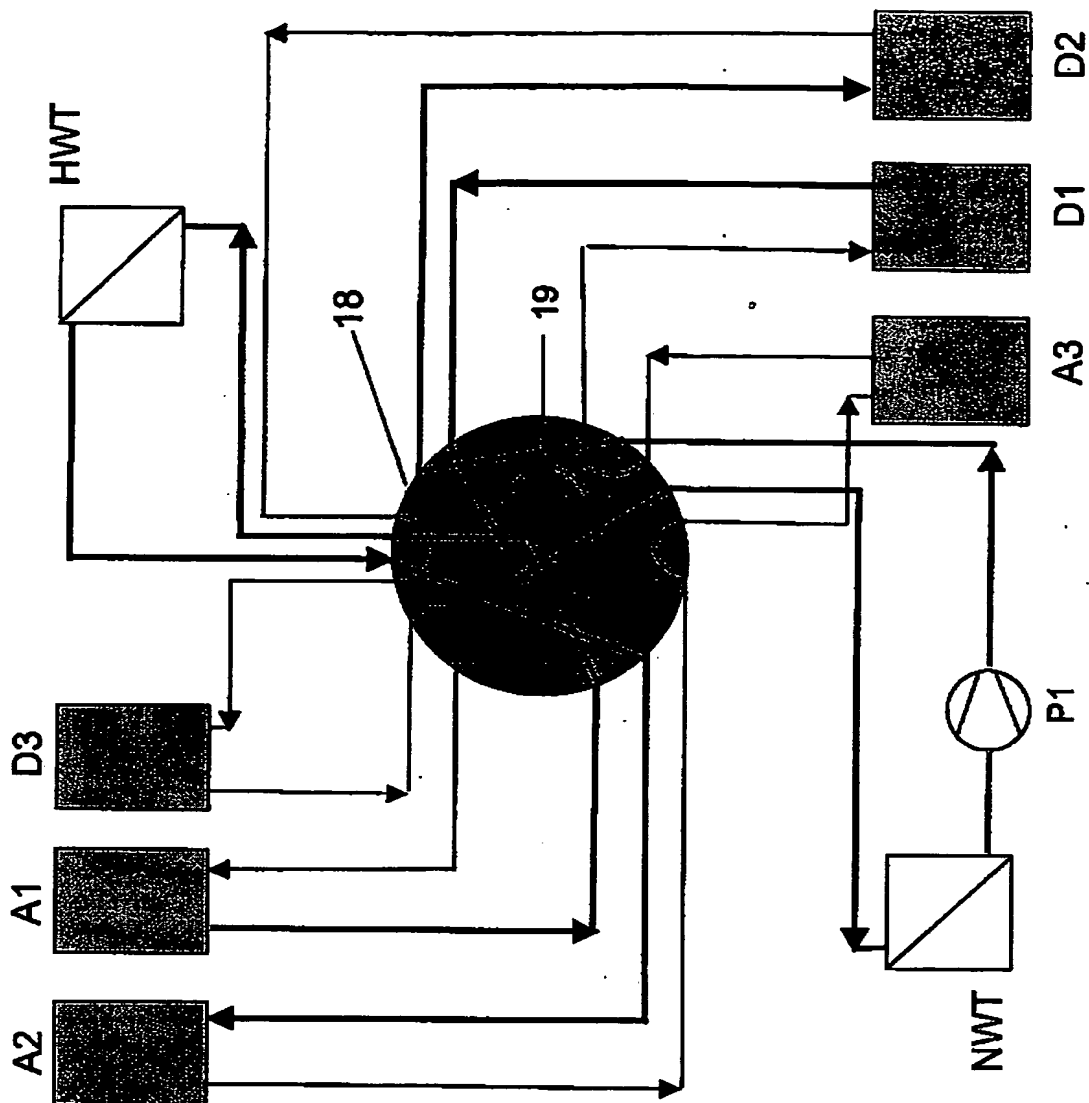


Fig. 4

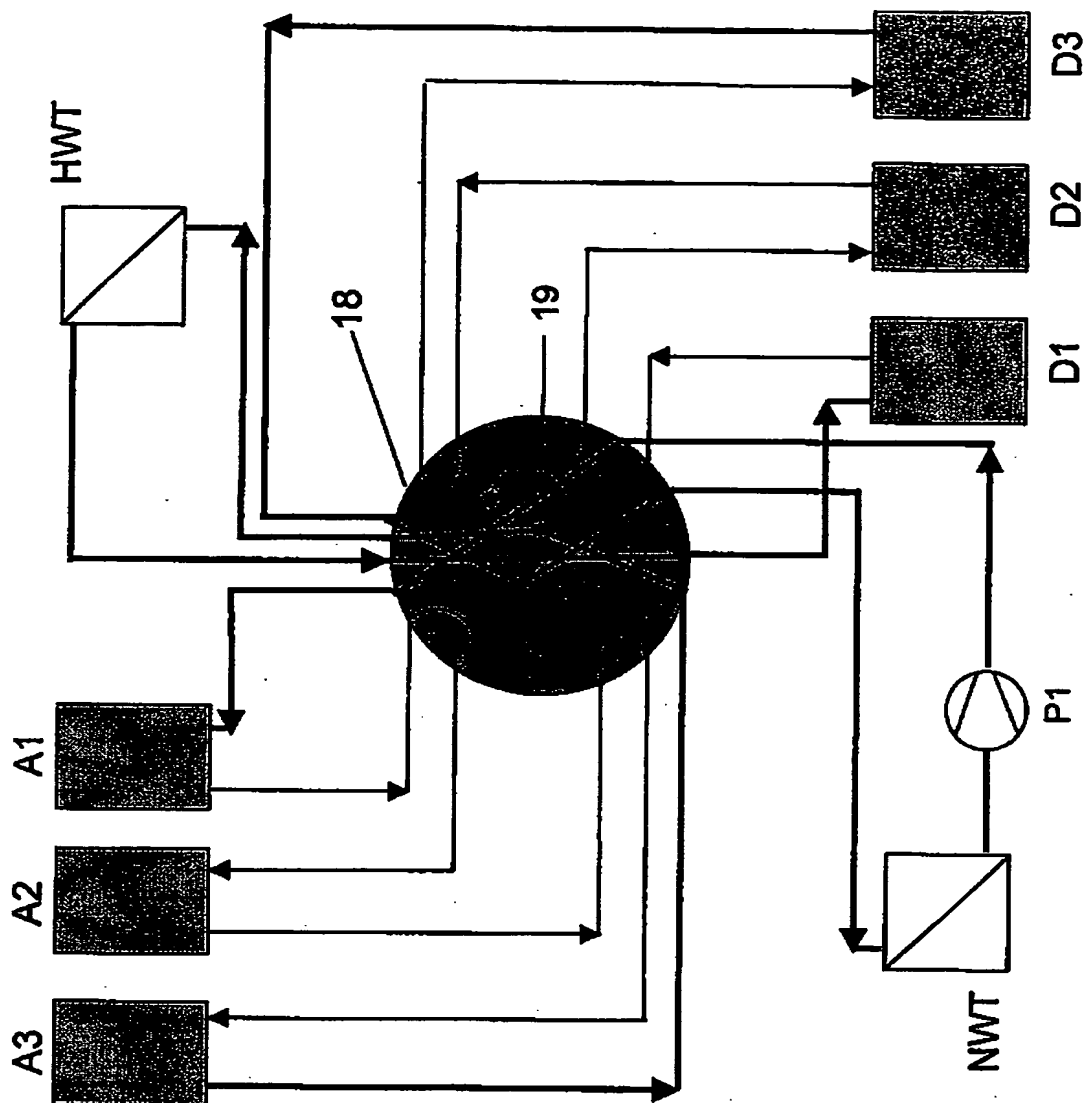


Fig. 5

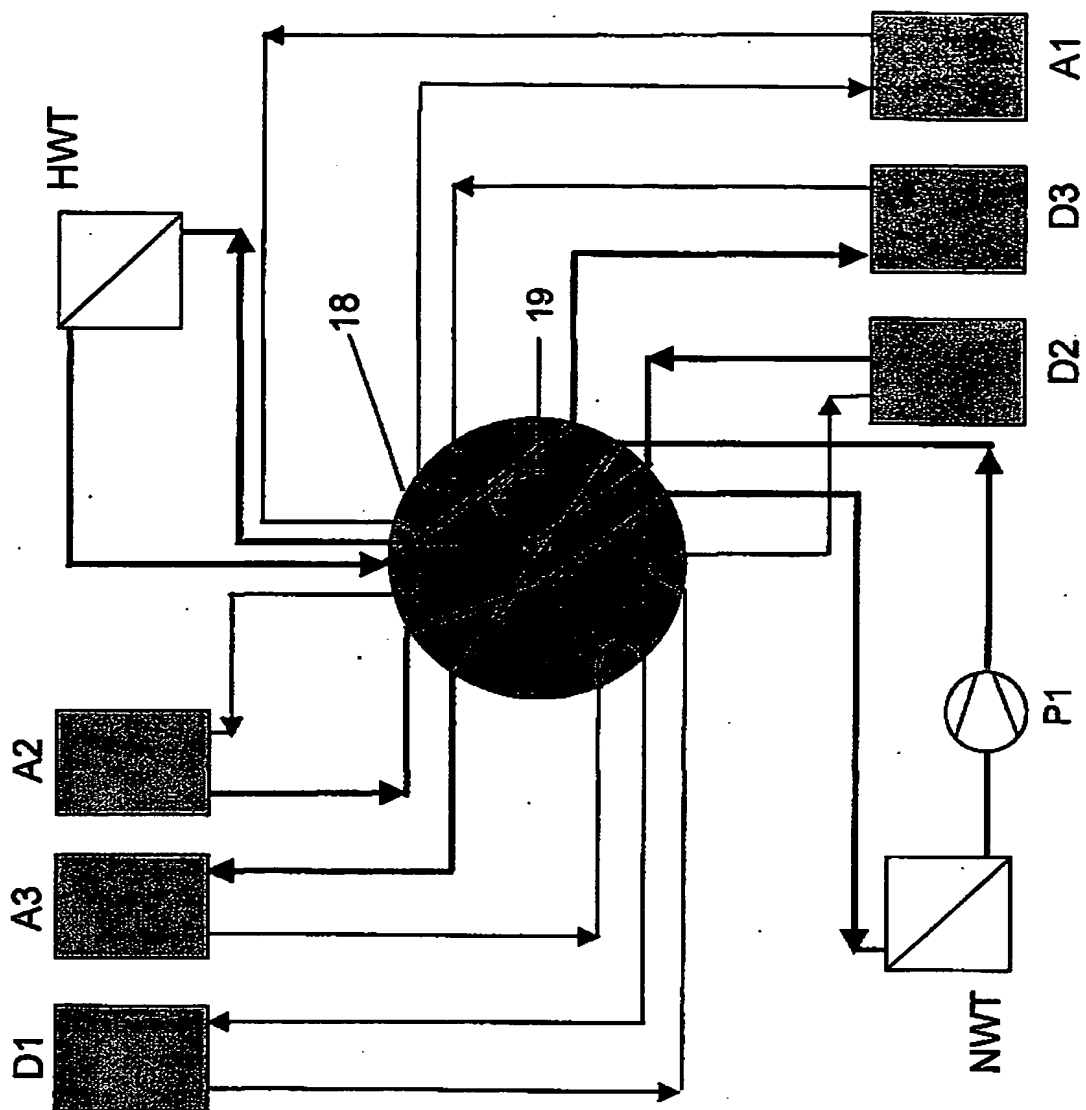


Fig. 6

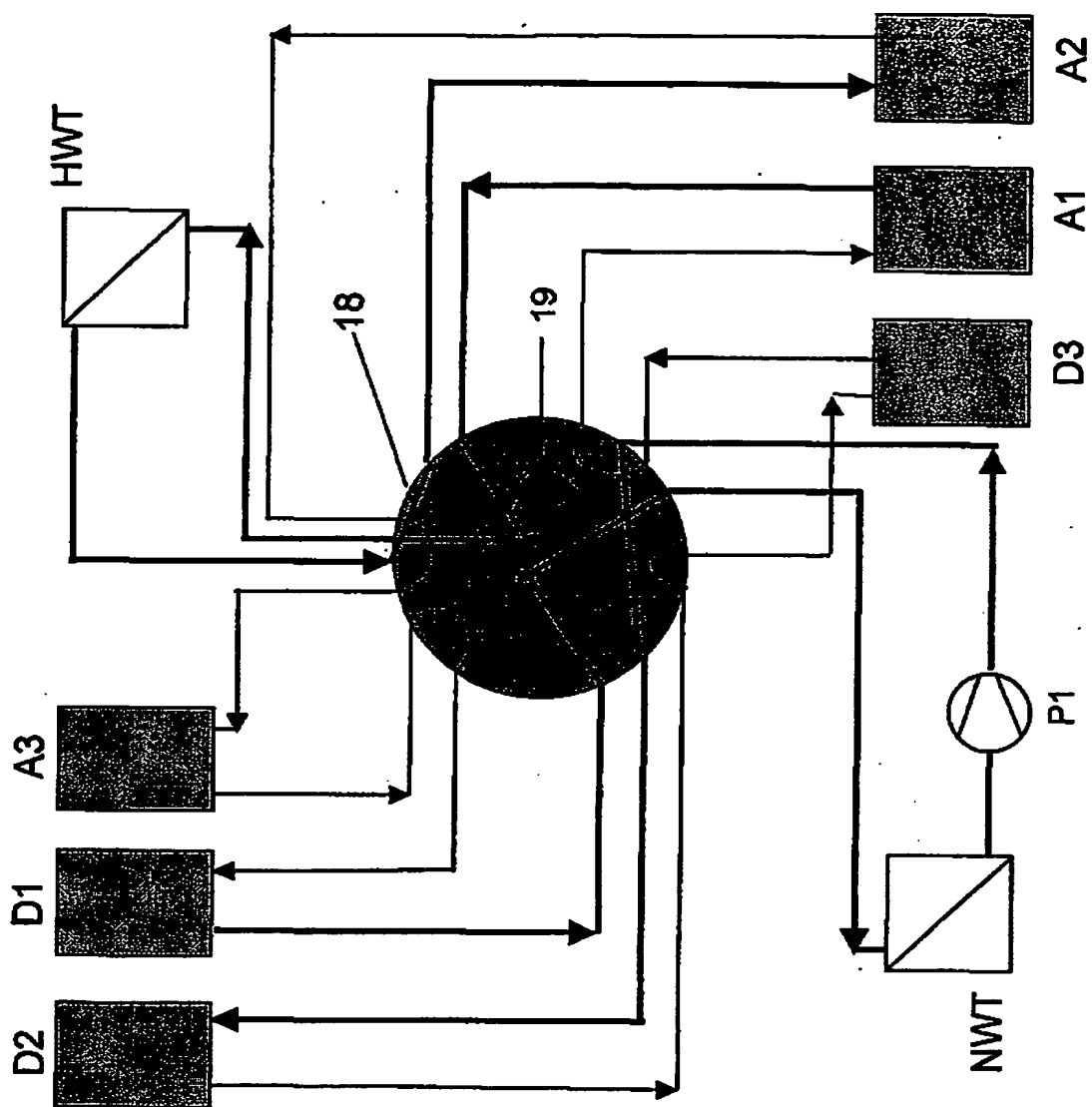


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.